

⑮ Int. Cl.<sup>4</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 平成1年(1989)12月8日

F 25 B 17/08

K-8614-3L

審査請求 未請求 請求項の数 4 (全6頁)

⑭ 発明の名称 金属水素化物ヒートポンプ

⑯ 特 願 昭63-135681

⑰ 出 願 昭63(1988)6月3日

⑱ 発 明 者 駒 崎 良 夫 神奈川県相模原市すすきの町25-10

⑲ 発 明 者 須 田 精 二 郎 神奈川県藤沢市辻堂大平台2-1-48

⑳ 出 願 人 須 田 精 二 郎 神奈川県藤沢市辻堂大平台2-1-48

㉑ 代 理 人 弁理士 阿 形 明

明 細 口

1. 発明の名称 金属水素化物ヒートポンプ

2. 特許請求の範囲

1 たがい異なる水素平衡圧力を有する2種類の金属水素化物 $M_1H$ 及び $M_2H$ を選択使用し、両者の間の水素の移動を水素圧縮機を用いて強制的に起こさせることによって昇降温ならびに増熱を行うことを特徴とする金属水素化物ヒートポンプ。

2 金属水素化物 $M_1H$ から金属水素化物 $M_2H$ への水素の移動及び金属水素化物 $M_2H$ から金属水素化物 $M_1H$ への水素の移動のうち、そのいずれか一方を水素圧縮機を用いて強制的に行い、他方は金属水素化物間の平衡圧力差によって起こさせる請求項1記載の金属水素化物ヒートポンプ。

3 金属水素化物の組合せを2組用い、各金属水素化物 $M_1H$ と $M_2H$ との間の水素の移動をそれぞれの金属水素化物の組合せに対して相互に逆方向に起こし、反応過程終了後これを切り換え、これらの操作を順次繰り返すことにより、連続的に出力の発

生を可能とした請求項1または2記載の金属水素化物ヒートポンプ。

4 2組の金属水素化物の組合せに対して水素圧縮機を介して水素の移動を起こさせる際に、共通の水素圧縮機を用いる請求項1、2または3記載の金属水素化物ヒートポンプ。

3. 発明の詳細な説明

産業上の利用分野

本発明は金属水素化物ヒートポンプに関するものである。

従来の技術

近年、金属水素化物の吸熱量と発熱量を利用した金属水素化物ヒートポンプが開発されている。

しかしながら、このものは、有効に利用できる温度の熱出力を得るためには高温の熱源を必要とする。すなわち、熱駆動型の金属水素化物ヒートポンプは、高温の熱を駆動源として水素化物間の圧力差を作り、この圧力差によって金属水素化物間の水素の移動を起こせ、水素が金属水素化物と吸放出反応を起す際の発熱現象を利用して熱エ

エネルギーを発生させるものであるため、冷暖房や各種産業における熱供給装置として利用する場合、比較的高温の熱源を必要とし、100℃以下の低温廃熱の有効な回収法としては不適当であるという欠点を有している。

#### 発明が解決しようとする課題

本発明は、このような従来の欠点を克服し、昇温能力に優れ、かつ低温の熱源を利用でき低温廃熱を回収しうる金属水素化合物ヒートポンプを提供することを目的としてなされたものである。

#### 課題を解決するための手段

本発明者らは、前記目的を達成すべく種々研究を重ねた結果、水素の移動を従来金属水素化合物間の圧力差を利用して行っていたのを、水素圧縮機を用いて強制的に行わせ、水素の吸蔵側と放出側との圧力差がない場合や圧力差が逆転している場合にもヒートポンプサイクルを起させることにより、その目的を達成しうることを見出し、この知見に基づいて本発明を完成するに至った。

すなわち、本発明は、たがいに異なる水素平衡

サイクルが可能となり、このサイクルではAからEへの水素の移動は、従来型と同様に金属水素化合物間の圧力差を用いるが、FからDへの移動はFの圧力がDより低い場合水素圧縮機を用い、この方法により昇温能力を $T_h'$ まで向上させることができる。さらに、AからEへの水素移動に関しても水素圧縮機を利用すると昇温能力は $T_h''$ まで向上し、従来までのサイクルに比較して大幅な性能の向上が可能である。また、出力発生温度を従来型と同じとした場合、熱源温度 $T_m$ を大幅に低下させることが可能となり、低温の熱エネルギーの回収が可能となる。

さらに、この方法によれば、昇温能力の向上だけではなく圧縮動力の軽減が可能となる。すなわち、 $T_m$ の熱源によって $T_h'$ の出力発生を考えた場合、同一種類の金属水素化合物(例えば水素化合物(Ⅲ))を2つ用いてその間で水素の強制的移動を起させるとすれば、水素圧縮機を用いてFよりEまで昇圧する必要があり、大幅な圧縮動力を必要とするが、本発明によればFからDまでの圧縮動力で済むこ

圧力を有する2種類の金属水素化合物 $M_1H$ 及び $M_2H$ を選択使用し、両者の間の水素の移動を水素圧縮機を用いて強制的に起させることによって昇降温ならびに増熱を行うことを特徴とする金属水素化合物ヒートポンプを提供するものである。

#### 実施例

本発明の実施例を説明する前に、本発明の構成の大略を図面について説明すると、第1図の昇温を目的としたヒートポンプサイクルにおいて、従来の熱駆動型の装置では高压側の水素化合物(Ⅰ)を $T_m$ の温度の熱源を用いて熱分解し、水素化合物(Ⅱ)へ水素を導き、吸蔵反応を起させることによって $T_h$ の出力発生を行わせるとともに、反応終了後は $T_m$ の温度の熱源を水素化合物(Ⅱ)の分解に再び用い、水素化合物(Ⅱ)から水素化合物(Ⅰ)へ水素を戻すA→B→C→Dのサイクルであるから、このサイクルを構成するためには金属水素化合物間の圧力差が必要となり、圧力条件は $A > B$ 、 $C > D$ であるべきことから昇温能力は $T_h$ が限界である。これに対し、水素圧縮機を用いるとA→E→F→Dのようなサ

とから、FからEまでの圧縮に比較してわずかな動力で昇温が可能となり、高効率なシステムの設計が可能となる。

同様に、第2図の冷却型のヒートポンプサイクルにおいて、従来型のサイクルはA→B→C→Dであり、冷却限界温度は $T_l$ である。これに対し、水素圧縮機を水素化合物(Ⅰ)から水素化合物(Ⅱ)への水素の移動に使った場合は、冷却能力は $T_l$ となり性能の向上が計れる。さらに、水素圧縮機を併用するとすれば高温熱源温度は $T_h$ より $T_h'$ まで低下させることが可能となり、低温の熱エネルギーの回収が計れる。もちろん、水素圧縮機のみを使用した場合でも、従来型サイクルと同じ冷却条件下では低い熱源温度でサイクルを構成することが可能であるが、この冷却サイクルでは $T_m$ は通常外気や冷却水の温度であり、一種類の金属水素化合物を使って同一の冷却条件を得ようとした場合、EからBまでの昇圧が必要となり、本発明におけるEからDまでの昇圧に比べて大幅な圧縮動力を必要とする。このように、本発明は冷却用として用い

た場合にも高効率の低温発生が可能である。

次に、本発明の実施例を第3図について説明すると、該図は前記第1図で説明したと同じ昇温を目的とするものである。また、第4図は水素圧縮機を高圧側の $MH_2$ から $MH_1$ への水素の移動に用いた場合のヒートポンプサイクル図である。

第3図において、水素は低圧側の $LaNi_{4.5}Al_{0.5}$ の充てんされた金属水素化物熱交換器11より $MnNi_{4.5}Fe_{0.5}$ の充てんされた高圧側金属水素化物熱交換器21へ水素圧縮機31を介して流れる。この場合水素用バルブは51、53が開となり、52、54は閉とする。熱媒側は70℃に保たれた熱源用タンク42より、ポンプ34を介して熱媒用バルブ65より金属水素化物熱交換器11へ導入され、ここで熱交換した後バルブ68よりタンク42に戻る。また、金属水素化物熱交換器21は、冷却タンク43より20℃冷却水がポンプ35によってバルブ76を通り熱交換器21を冷却し、バルブ77よりタンク43に戻る。もう一方の系統は、高圧側の金属水素化物熱交換器22より、

果、70℃の熱源と20℃の放熱源により150℃の高温を連続的に発生させることができた。この場合の圧縮動力と発生出力の比である成績係数は8.0であった。なお、水素圧縮機を用いない場合について同じ熱源温度で運転を行った結果、発生出力は110℃が限界であった。ただし、この場合前述の合金系ではサイクルの構成が不可能であることから、低圧側の水素吸蔵合金は $LaNi_{4.5}Al_{0.5}$ を用いた。

さらに、上記第2図において、水素圧縮機を高圧側金属水素化物 $MH_2$ から低圧側金属水素化物 $MH_1$ への水素の移動についても用いた場合は、金属水素化物熱交換器22から12への水素の移動は、水素用バルブ58、56が開となり55、57は閉として水素圧縮機32を通して行われる。熱媒系は上記実施例と同じである。また、連続運転は金属水素化物熱交換器11、21側で先に示した金属水素化物熱交換器22から12への水素の移動と同様の出力発生操作を行い、これを金属水素化物12、22側と交互に繰り返すことで可能と

水素用バルブ58、55を通して低圧側金属水素化物熱交換器12へ水素が流れる。この場合、熱交換器22は熱源用タンク42よりポンプ34を介して70℃の温水がバルブ71を通過して供給され、熱交換した後、熱媒はバルブ74を経てタンク42へ戻る。金属水素化物熱交換器12では高温が発生し、発生出力は出力発生タンク41よりポンプ33で供給される熱媒にバルブ62、63が開となることで熱交換される。水素の移動が終了したならば、金属水素化物熱交換器11、21の系と12、22の系とが相対的に逆転し、熱交換器21、12に70℃の熱が供給され、熱交換器22は冷却されて水素を吸蔵し、熱交換器11で出力が発生する。この場合、前述したのと同様の操作で水素ならびに熱媒バルブの開閉が切り換えられる。以上の操作を順次繰り返すことで連続的に出力の発生が行われる。

上記装置を用い、かつ一例として各金属水素化物熱交換器にそれぞれ2kgの水素吸蔵合金を充てんしてこれらの操作手順でシステムを運転した結

なる。この結果、70℃の熱源と20℃の放熱源温度により出力は180℃まで向上した。また、成績係数は3.5であった。

次に、第5図に示す実施例は、前記第2図で説明したと同じ冷却を目的とするものであって、第6図はこのヒートポンプサイクル図で、水素圧縮機を高圧側の金属水素化物 $MH_2$ から低圧側の金属水素化物 $MH_1$ への水素の移動に用いた場合である。第5図において、水素は高圧側の $MnNi_{4.5}Fe_{0.5}$ の充てんされた金属水素化物熱交換器11より $LaNi_5$ の充てんされた低圧側金属水素化物熱交換器21へ水素圧縮機31を介して流れ、一方のユニットでは低圧側金属水素化物熱交換器22より高圧側金属水素化物熱交換器12へ、水素圧縮機を通さずに水素が移動する。この場合水素用バルブは52、53、54が開となり、51、55、56は閉である。熱媒は70℃に保たれた熱源用タンク43より、ポンプ35を介して熱媒用バルブ72より金属水素化物熱交換器22へ導入され、ここで熱交換した後バルブ73よりタンク43に

戻る。また、水素が導入される金属水素化物熱交換器12、21側は、放熱源用タンク42より30℃冷却水がポンプ34によってバルブ61、75を通り熱交換器12、21へ流れ込み、冷却した後バルブ64、78よりタンク42に戻る。冷却出力の発生側は、熱源用タンク41よりポンプ33を介して冷却媒体がバルブ66を通して供給され、バルブ67を経てタンク41へ戻る。水素の移動が終了したならば、金属水素化物熱交換器11、21の系と12、22の系とが相対的に逆転し、水素用バルブは51、55、56が開となり52、53、54が閉となる。これによって金属水素化物熱交換器21から11へは水素圧縮機を通さずに水素が流れ、金属水素化物熱交換器12から22へは水素圧縮機を介して移動する。従って、水素圧縮機31は2つのユニットで併用することになり、同システムでは1台の水素圧縮機でシステムを構成させることができる。この場合、前述したと同様の操作で熱媒バルブの開閉が切り換えられ、以上の操作を順次繰り返すことで

連続的に出力の発生が行われる。

これらの操作手順でシステムを運転した結果、70℃の熱源と30℃の放熱源により-20℃の低温を連続的に発生させることができた。この場合の圧縮動力と発生出力の比である成損係数は7.5であった。なお、水素圧縮機を用いない場合について同じ熱源温度で運転を行った結果、発生出力は10℃が限界であった。

#### 発明の効果

以上説明したように、本発明は水素圧縮機の使用により、従来のサイクルによる装置に比べて、昇温の場合は熱源温度を大幅に低下させることができる上に、低温の熱エネルギーの回収が可能であるし、また冷却の場合は高温熱源の温度を十分に低下させることができるという顕著な効果を奏する。

以上のように、本発明は熱源又は冷熱源を必要とする場所での熱又は冷熱の供給装置として利用できる他、工場、発電所、ゴミ焼却所等の廃熱を有する施設において、廃熱の有効利用装置として

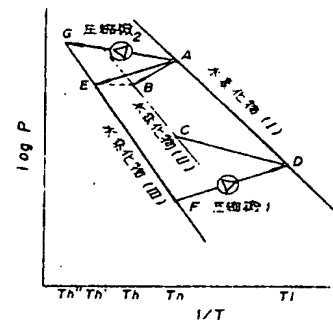
利用でき、さらに、近年注目されているエンジン式や燃料電池とのコージェネレーションにおける熱エネルギーの効果的な利用方法として応用することもできる。

#### 4. 図面の簡単な説明

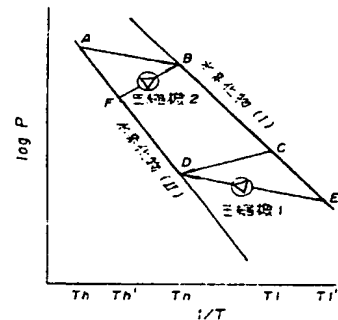
第1図、第2図はそれぞれ本発明の昇温サイクル、冷却サイクルにおける作用を示す説明図、第3図、第4図は昇温目的に用いた場合の系統図ならびにサイクル図、第5図、第6図は冷却目的に用いた場合の系統図ならびにサイクル図である。

図中符号MH<sub>1</sub>は高圧側金属水素化物、MH<sub>2</sub>は低圧側金属水素化物、11、12は低圧側金属水素化物熱交換器、21、22は高圧側金属水素化物熱交換器、31、32は水素圧縮機、33、34、35は熱媒ポンプ、41は出力発生用タンク、42は熱源用タンク、43は冷却用タンク、51～58は水素用バルブ、61～68、71～78は熱媒用バルブである。

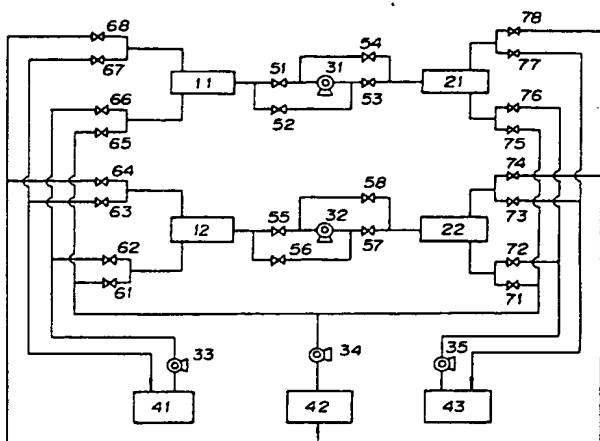
第1図



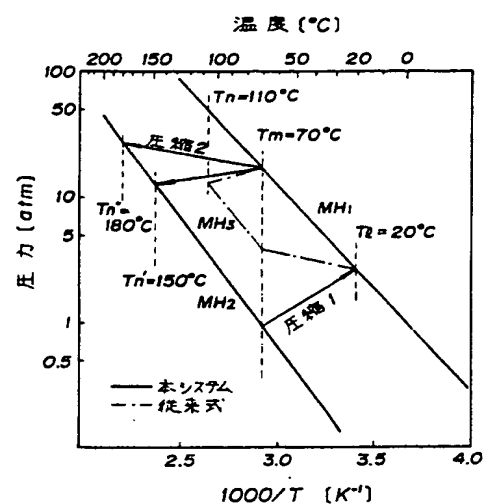
第2図



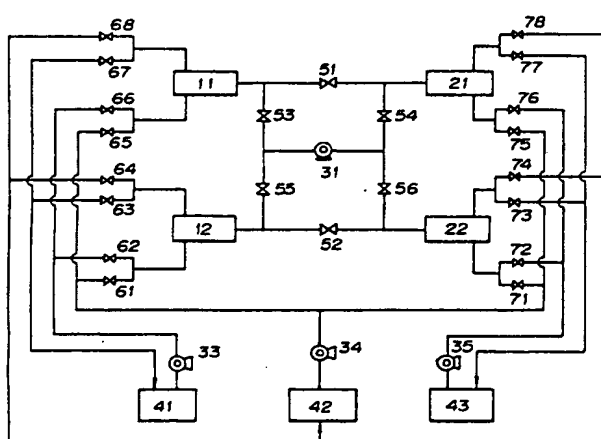
第 3 図



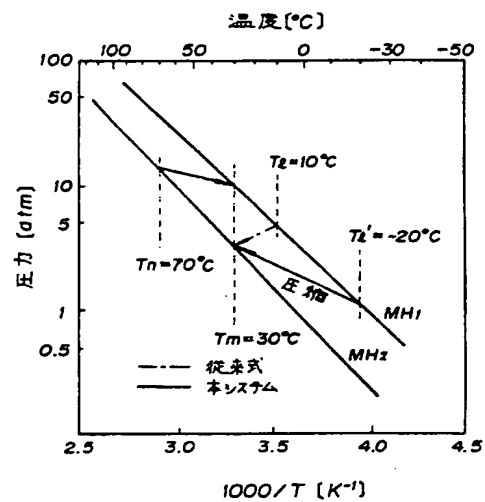
第 4 図



第 5 図



第 6 図



# 手 続 補 正 書

昭和63年6月29日

特許庁長官 吉 田 文 毅 殿

## 1. 事件の表示

昭和63年特許願第135681号

## 2. 発明の名称

金属水素化物ヒートポンプ

## 3. 補正をする者

事件との関係 特許出願人

神奈川県藤沢市辻堂大平台2-1-48

日本空調エンジニアリング株式会社

代表者 須田 精二郎

## 4. 代理人

東京都港区新橋1丁目2番2号川志満・邦信ビル1階

(7182)弁理士 阿 形 明

電話(591)9910番

## 5. 補正命令の日付 自 発

## 6. 補正により増加する発明の数 0

## 7. 補正の対象 明細書の発明の詳細な説明の欄

## 8. 補正の内容

(1) 明細書第4ページ第11行の「T<sub>a</sub>」を

「T<sub>0</sub>」に訂正します。

(2) 同第6ページ第8行の「冷却能力はT<sub>1</sub>となり」を「冷却能力はT<sub>1</sub>'となり」に訂正します。

(2) 同第6ページ第15行「T<sub>1</sub>」を「T<sub>0</sub>」に訂正します。